Projektovanje softvera

Jezik UML

Literatura

- Materijal prireman na osnovu:
  - Booch,G., Rumbaugh,J., Jacobson,I., *The Unified Modeling Language User Guide*, 2nd Edition, Addison Wesley, May 2005
  - Rumbaugh,J., Jacobson,I., Booch,G., *Unified Modeling Language Reference Manual*, 2nd Edition, Addison-Wesley, 2004
  - Fowler,M., *UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language*, 3rd Edition, Pearson Education, 2004
  - *UML 2 Infrastructure Specification*, OMG
  - *UML 2 Superstructure Specification*, OMG

Standardni jezik za modeliranje UML

- UML (*Unified Modeling Language*) je grafički jezik za:
  - vizuelizaciju
  - specifikaciju
  - konstruisanje i
  - dokumentovanje

  softverski-intenzivnih sistema
- UML omogućava konstruisanje šema koje modeliraju sistem opisujući:
  - konceptualne stvari
    - npr. proces poslovanja i funkcije sistema
  - konkretne stvari
    - npr. klasne tipove, šeme baza podataka, softverske komponente
- http://www.uml.org/

Korisnici UML-a

- Sledeće kategorije korisnika UML-a se uočavaju:
  - sistem-analitičari i krajnji korisnici:
    specificiraju zahtevanu strukturu i ponašanje sistema
  - arhitekti:
    projektuju sistem koji zadovoljava zahteve
  - razvojni inženjeri (*developers*):
    transformišu arhitekturu u izvršni kod
  - kontrolori kvaliteta (*quality assurance personel*):
    proveravaju strukturu i ponašanje sistema
  - bibliotekari (*librarians*):
    kreiraju i katalogiziraju komponente
  - rukovodioci projekata (*managers*):
    vode i usmeravaju kadrove i upravljaju resursima

Praistorija UML-a

- Jezici za OO modeliranje se pojavljuju još od sredine 70ih
  - uzrok njihove pojave je pojava nove generacije OO jezika i povećana kompleksnost softverskih sistema
- U periodu 1989-1994:
  - broj OO metoda je porastao sa manje od 10 na više od 50
- Metode koje su ostvarile najveći uticaj na oblast OO modeliranja su:
  - *Booch* metoda
  - OMT (*Object Modeling Technique*, *Rumbaugh*)
  - OOSE (*Object Oriented Software Engineering*, *Jacobson*)
  - *Fusion*
  - *Shlaer-Mellor*
  - *Coad-Yourdon*

Istorija UML-a

- 1994: početak rada na UML-u - Rumbaugh se pridružio Booch-u u firmi Rational
- Oktobar 1995: pojavila se verzija 0.8 drafta UM-a (*Unified Method*)
- Jesen 1995: Jacobson se pridružio Rational-u – rad na objedinjenju UM sa OOSE
- Jun 1996: pojavila se verzija 0.9 UML-a
- Važniji partneri (učestvovali u definisanju verzije 1.0):
  - DEC, HP, IBM, Microsoft, Oracle, Rational, TI, ...
- U januaru 1997: OMG-u (*Object Management Group*) podnet predlog std. UML 1.0
- Grupa partnera je proširena drugim podnosiocima predloga:
  - npr. ObjecTime, Ericsson,...
- Jul 1997: podnet predlog **UML 1.1 koji je prihvaćen od OMG 14.11.1997.**
- Jun 1998: verzija UML 1.2, 2000: verzija UML 1.3
- 2001: v1.4 (v. 1.4.2 => **ISO std.** 19501:2005), 2003: v1.5 (akciona semantika)
- 2005: v 2.0, 2007: v 2.1, 2009: v 2.2, 2010: v 2.3
- 2011.: v2.4 (v. 2.4.1 => **ISO std.** 19505:2012)
- 2013.: **v2.5**
- http://www.omg.org/spec/UML/

Konceptualni model UML-a

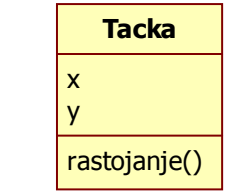
- Elementi UML-a su:
  - Osnovni gradivni blokovi
  - Pravila za povezivanje gradivnih blokova
  - Opšti mehanizmi koji se primenjuju u UML-u
- Gradivni blokovi UML-a
  - Stvari (*things*)
    - apstrakcije koje su "građani prvog reda" u modelu
  - Relacije (*relationships*)
    - povezuju stvari
  - Dijagrami (*diagrams*)
    - grupišu interesantne skupove povezanih stvari

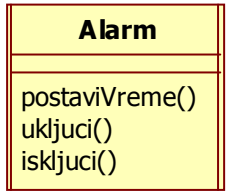
Stvari

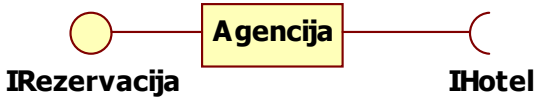
- Stvari strukture - statički delovi modela, reprezentuju konceptualne ili fizičke elemente (imenice)
- Stvari ponašanja - dinamički delovi modela, reprezentuju ponašanje kroz prostor i vreme (glagoli)
- Stvari grupisanja - organizacioni delovi modela, kutije u koje model može biti dekomponovan
- Stvari anotacije - objašnjavajući delovi modela, komentari koji se primenjuju na bilo koji element

Stvari strukture – klasa i interfejs

- Klasa je opis skupa objekata koji dele zajedničke karakteristike (atribute i operacije), ograničenja i semantiku
- Aktivna klasa je klasa čiji objekti imaju vlastitu nit kontrole i tako mogu da započnu neku upravljačku aktivnost
  - ponašanje objekta aktivne klase je konkurentno sa drugim aktivnim objektima
- Interfejs je skup operacija koje specificiraju uslugu klase ili komponente
  - opisuje ponašanje elementa koje je spolja vidljivo (ugovor)
  - interfejs definiše skup deklaracija (prototipova) operacija ali ne i njihove implementacije
  - klasa i komponenta mogu da implementiraju više interfejsa
  - razlikuju se implementirani i zahtevani interfejs

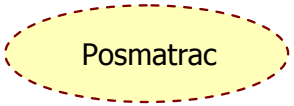






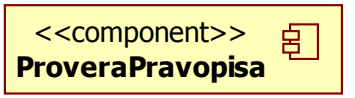
Stvari strukture – slučaj korišćenja i saradnja

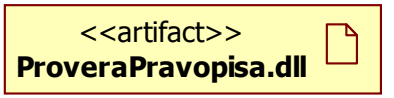
- Slučaj korišćenja (*use-case*) je opis skupa sekvenci akcija koje obavlja sistem da bi proizveo vidljiv rezultat vredan za pojedinog aktera
  - jedna sekvenca aktivnosti – primerak slučaja korišćenja (scenario)
  - slučaj korišćenja reprezentuje funkcionalnost sistema
  - koirsti se da bi se strukturirale stvari ponašanja u modelu
  - realizuje se kroz saradnju (kolaboraciju)
- Saradnja (*collaboration*) opisuje strukturu skupa uloga koje imaju specifične funkcije da bi zajedno ostvarile ciljnu funkcionalnost
  - ima strukturalnu, kao i dimenziju ponašanja
    - ponašanje se opisuje posebnim dijagramima
  - klasa ili objekat može da učestvuje u više saradnji
- Projektni uzorci (*design patterns*) se predstavljaju kao saradnje



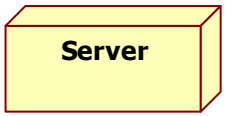
Stvari strukture – komponenta, artefakt i čvor

- Komponenta je modularni deo sistema koji kapsulira neki sadržaj
  - ostvaruje realizaciju skupa interfejsa i sakriva implementaciju
  - ima ponuđene (realizovane) i zahtevane interfejse
  - može se zameniti drugom koja realizuje iste interfejse
  - ista komponenta se može koristiti u raznim sistemima
  - u UML-u 1 – fizička stvar, ali u UML-u 2 – logička





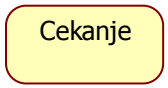
- Artefakt je fizički i zamenljivi deo sistema koji sadrži informacije
  - predstavlja fizičku manifestaciju elementa modela (npr. komponente)
  - može biti fajl sa izvornim ili izvršnim kodom, dokument i sl.
- Čvor (*node*) je fizički element koji postoji u vreme izvršenja i reprezentuje resurs obrade
  - čvor poseduje neku memoriju i, često, mogućnost procesiranja



- Skup artefakata može biti u čvoru, a može i migrirati sa čvora na čvor
- Samo poslednje dve stvari (artefakt i čvor) reprezentuju fizičke stvari

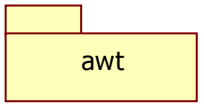
Stvari ponašanja

- Interakcija je ponašanje koje specificira sekvence poruka koje se razmenjuju između skupa uloga unutar posebnog konteksta da se ostvari specifična svrha
- Interakcija uključuje određen broj elemenata:
  - poruke (priložen grafički simbol)
  - sekvence akcija (ponašanje izazvano porukom)
  - konektori (komunikacione putanje između objekata)
- Automat stanja je ponašanje koje specificira sekvence stanja kroz koje prolazi jedan objekat ili jedna interakcija za vreme svog životnog veka, sa prelazima kao posledicama događaja, zajedno sa odgovorima na te događaje
- Automat stanja uključuje određen broj elemenata:
  - stanja (priložen grafički simbol),
  - tranzicije (prelaze između stanja)
  - događaje (stvari koje izazivaju tranziciju)
  - akcije (odgovore na tranzicije)



Stvari organizacije i anotacije

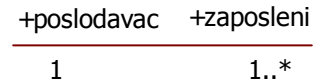
- Paket je opštenamenski mehanizam za organizovanje elemenata u grupe
- Stvari strukture, ponašanja, pa čak i druge stvari grupisanja mogu biti smeštene u paket
- Za razliku od komponente, paket je čisto konceptualna stvar (postoji samo u vreme razvoja)
- Pored paketa postoje i sledeće stvari grupisanja:
  - radni okviri (*frameworks*), modeli
- Napomena (*note*) je simbol za prikazivanje komentara pridruženih jednom elementu ili kolekciji elemenata



Relacije

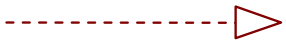
- Zavisnost je semantička relacija između dve stvari u kojoj izmena jedne (nezavisne) stvari može uticati na semantiku druge (zavisne) stvari

- Asocijacija je strukturna relacija koja opisuje skup veza između objekata
  - sadržanje je specijalna vrsta asocijacije koja reprezentuje strukturnu relaciju između celine i njenih delova
  - često grafički simbol sadrži ukrase kao što su multiplikativnost i imena uloga



- Generalizacija je relacija specijalizacije/generalizacije u kojoj su objekti specijalizovanog elementa (deca) zamene za objekte generalizovanog elementa (roditelja)

  - dete deli strukturu i ponašanje roditelja
- Realizacija je semantička relacija između klasifikatora u kojoj jedan klasifikator specificira ugovor koji drugi klasifikator ostvaruje



  - Sreće se:
    - između interfejsa i klasa ili komponenata koje ga realizuju
    - između slučajeva korišćenja i saradnji koje ih realizuju

Dijagrami

- Dijagram je grafička reprezentacija skupa povezanih elemenata
  - najčešće se pojavljuje u obliku grafa temena (stvari) povezanih granama (relacijama)
- Dijagrami se crtaju da bi se sistem vizualizovao iz različitih perspektiva
- Vrste dijagrama u UML-u:
  - dijagrami za prikaz strukturnih aspekata sistema
    - strukturni aspekti odgovaraju statičkim aspektima
  - dijagrami za prikaz aspekata ponašanja sistema
    - aspekti ponašanja odgovaraju dinamičkim aspektima

Dijagrami strukture

- Dijagram klasa (*class diagram*) prikazuje logičku strukturu apstrakcija: skup klasa, interfejsa, saradnji i njihovih relacija
- Dijagram objekata (*object diagram*) prikazuje logičku strukturu primeraka: skup objekata (primeraka klasa) i njihovih veza
- Dijagram komponenata (*component diagram*) prikazuje komponente, njihovu unutrašnju strukturu i zavisnosti između skupa komponenata
- Dijagram raspoređivanja (*deployment diagram*) prikazuje konfiguraciju čvorova obrade i artefakata koji se raspoređuju na njih
- Dijagram paketa (*package diagram*) [UML 2] prikazuje statičku strukturu grupisanja elemenata modela u pakete
- Dijagram složene strukture (*composite structure diagram*) [UML 2] prikazuje hijerarhijsko razlaganje primerka klase, komponente ili saradnje na delove

Dijagrami ponašanja

- Dijagram slučajeva korišćenja (*use case diagram*) prikazuje skup slučajeva korišćenja, aktera (specijalne vrste klasa) i njihovih relacija
- Dijagram interakcije (*interaction diagram*) prikazuje jednu interakciju koju čine skup uloga i njihovih veza sa porukama koje razmenjuju
  - Dijagram sekvence (*sequence diagram*) je dijagram interakcije koji naglašava vremenski redosled poruka
  - Dijagram komunikacije (*communication diagram*) je dijagram interakcije koji naglašava strukturnu organizaciju povezanih uloga koje šalju i primaju poruke;
  - Dijagram pregleda interakcije (*interaction overview diagram*) [UML 2] je dijagram interakcije koji definiše interakcije kroz vrstu dijagrama aktivnosti (kombinacija d. aktivnosti i d. sekvence)
  - Vremenski dijagram (*timing diagram*) [UML 2] je dijagram interakcije koji prikazuje promenu stanja uloge u vremenu
- Dijagram aktivnosti (*activity diagram*) prikazuje tok od jedne do druge aktivnosti u sistemu (nije specijalna vrsta dijagrama stanja u UML 2)
- Dijagram stanja (*statechart diagram*) prikazuje konačni automat koji obuhvata stanja, tranzicije, događaje i aktivnosti

Pravila UML-a

- UML ima pravila koja specificiraju kako izgleda dobro formiran model
- Dobro formiran model je
  - semantički konzistentan
  - u harmoniji sa korelisanim modelima
- UML ima semantička pravila za:
  - imena - kako se nazivaju stvari, relacije i dijagrami
  - doseg - koji kontekst daje specifično značenje imenu
  - vidljivost - gde se imena mogu videti i koristiti od strane drugih
  - integritet - kako se stvari propisno i konzistentno korelišu prema drugim stvarima
  - izvršenje - šta nešto znači za izvršenje ili simulaciju dinamičkog modela
- Tokom razvoja se ne prave samo modeli koji su dobro formirani, već mogu biti i:
  - skraćeni (*elided*) - izvesni elementi su sakriveni da se pojednostavi izgled
  - nekompletni - izvesni elementi nedostaju
  - nekonzistentni - integritet modela nije garantovan
- Pravila UML-a vode kroz vreme ovakve modele prema dobro formiranim

Opšti mehanizmi UML-a

- Gradnja je jednostavnija i harmoničnija ako se poštuju opšti uzorci
- Postoje četiri opšta mehanizma koja se primenjuju konzistentno kroz jezik:
  - specifikacije
  - ukrasi
  - opšte podele
  - mehanizmi proširivosti

Specifikacije

- Iza svakog dela grafičke notacije UML-a leži specifikacija koja obezbeđuje tekstualni iskaz sintakse i semantike tog gradivnog bloka
- Iza grafičkog simbola (sličice, ikone) klase stoji specifikacija koja navodi:
  - potpun skup atributa
  - potpun skup operacija (uključujući kompletne potpise)
  - ponašanje
- Grafički simbol može pokazivati samo mali deo potpune specifikacije
- Može postojati i drugi izgled iste klase koji prikazuje drugi skup delova iste klase konzistentan sa specifikacijom
- UML grafička notacija se koristi za vizuelizaciju
- UML specifikacija se koristi da se saopšte detalji sistema
- Modeli se mogu graditi:
  - najpre pomoću crtanja dijagrama, a zatim dodavanjem semantike u specifikaciju (tipično za direktni inženjering pri kreiranju novog sistema)
  - direktnim kreiranjem specifikacije pa naknadnim kreiranjem dijagrama koji su njene projekcije (tipično za reverzni inženjering postojećeg sistema)

Ukrasi

- Detalji specifikacije se prikazuju kao grafički ili tekstualni ukras osnovnog grafičkog elementa
- Na primer:
  - za klasu se može naglasiti da je apstraktna tako što se ime piše *italic* slovima
  - vidljivost (pravo pristupa) atributa i operacija se može naglasiti pomoću simbola:
    + (javni), # (zaštićeni), – (privatni) i ~(paketni)
  - Agregacija se predstavlja dodatnim simbolom na simbolu asocijacije 

Opšte podele

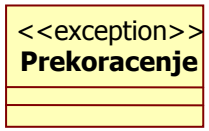
- Dve osnovne podele:
  - apstrakcije i primerci (instance)
  - interfejsi i implementacije
- Primeri prve podele:
  - klase/objekti (klasa je apstrakcija, a objekat primerak te apstrakcije)
  - slučajevi korišćenja/primerci slučajeva korišćenja (scenarija)
  - čvorovi/primerci čvorova
- Primeri druge podele:
  - interfejsi/komponente
  - slučajevi korišćenja/saradnje
  - operacije/metodi
- U UML-u se razlika između apstrakcije i primerka pravi tako što se imena primeraka podvlače
- Interfejs deklariše ugovor, a implementacija reprezentuje jednu konkretnu realizaciju ugovora

Mehanizmi proširivosti

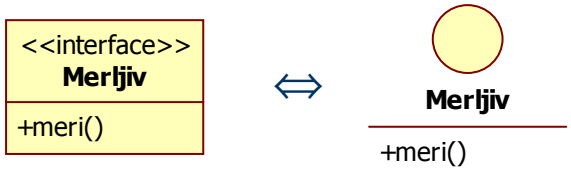
- UML je otvoren za proširenja jezika na kontrolisani način
- Mehanizmi proširivosti uključuju:
  - Stereotipove
  - Obeležene vrednosti
  - Ograničenja

Stereotipovi

- Stereotip proširuje rečnik UML-a dopuštajući kreiranje novih vrsta gradivnih blokova specifičnih za problem
- Novi gradivni blokovi su izvedeni iz postojećih
- Stereotip se prikazuje kao ime uokvireno znacima << i >> smešteno iznad imena odgovarajućeg elementa
- Na primer, izuzeci su klase čiji se objekti mogu bacati i hvatati

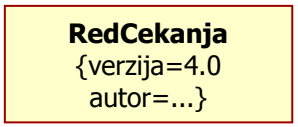


- Može se definisati i grafički simbol za određeni stereotip



Obeležene vrednosti

- Obeležene vrednosti proširuju osobine UML gradivnog bloka dopuštajući dodavanje nove informacije
- Obeležene vrednosti se prikazuju kao string okružen zagradama { i } ispod imena odgovarajućeg elementa
- String sadrži ime (*tag*), separator (simbol =) i vrednost
- Na primer, verzija i autor klase nisu primitivni koncepti u UML-u, a mogu se dodati bilo kom gradivnom bloku kao što je klasa



Ograničenja

- Ograničenja proširuju semantiku UML gradivnog bloka dopuštajući da se dodaju nova pravila ili promene postojeća
- Ograničenja se mogu pisati:
  - kao slobodan tekst
  - na OCL (*Object Constraint Language*)